

CONTART 2016. La Convención de la Edificación
20 - 22 de abril de 2016; Granada (Spain): Colegio Oficial de Aparejadores y
Arquitectos Técnicos de Granada. Consejo General de la Arquitectura Técnica
de España, p.299-308

ANÁLISIS Y REVALORIZACIÓN DE SILO EN ZONA INDUSTRIAL “NUEVA DEL ROSARIO” DE PINOS PUENTE (GRANADA)

FUENTES, JAVIER¹; LAFUENTE, FRANCISCO JAVIER²

1: Estudiante

Universidad de Granada

e-mail: javi.ipsilon@gmail.com, web: <http://etsie.ugr.es>

2: Departamento de Expresión Gráfica y en la Ingeniería

Universidad de Granada

e-mail: fjavierlafuente@ugr.es, web: <http://etsie.ugr.es>

Palabras clave: revalorización; rehabilitación; patrimonio; silo; Vega de Granada.

RESUMEN

El edificio objeto de este trabajo de revalorización es un silo de almacenamiento de trigo que forma parte de la Red Nacional de Silos y Graneros del Estado. Se encuentra ubicado en la zona Industrial “Nueva del Rosario” de Pinos Puente. En 1905 la parcela se habilita como fábrica, y no es hasta 1955 cuando se construye el silo de almacenamiento de trigo, adaptándose la zona al nuevo uso. Este permanece activo durante un periodo corto de tiempo no superando los 20 años. Desde entonces los edificios de la zona industrial se han venido usando como almacén municipal, albergando además algunas de las festividades del pueblo. El silo, de unos 1.300 m² de superficie construida, tiene una capacidad de 4.500 toneladas, estando clasificado como de “recepción y transporte” dentro de la tipología D de los silos nacionales. Se hace un amplio estudio previo histórico y constructivo, que ayudado de un análisis mediante observación y medición “in situ” del edificio permite desarrollar la documentación y planimetría de su estado actual, incluyendo la parcela en la que se incluye este edificio, levantada mediante estación total. Con este estudio previo y analizando la maquinaria de su interior se desarrolla el funcionamiento interior de este tipo de edificaciones. Tras este exhaustivo análisis quedará patente el gran valor que tiene histórica y constructivamente para, finalmente, proceder a rehabilitarlo.

1. INTRODUCCIÓN

El punto de inicio de este trabajo es el interés y la intención de estudiar y poner en valor el silo, edificio que posee un enorme valor para Pinos Puente, siendo en la actualidad un elemento vertical visto a kilómetros a la redonda. Pinos Puente es uno de los núcleos urbanos enmarcados en la llamada "Llanura aluvial del Genil". Este está situado al noroeste de Granada, a 16,80 km de la capital, al pie del Piorno y Sierra Elvira y es atravesado por el río Cubillas. El pueblo que se encuentra situado en ambas orillas del río, comunicadas las dos partes por medio de tres puentes, el puente *de la Virgen* o Visigodo, el puente *de Hierro* o del Tranvía y el puente de la nacional Granada-Córdoba (Calle Redonda).

Como un paso previo a una intervención en el inmueble, este trabajo ha pretendido documentar todos los aspectos históricos y constructivos del silo y su entorno que puedan poner de manifiesto su excepcional valor y que permitan justificar la necesidad de actuar, al mismo tiempo que se ha realizado un diagnóstico de su estado actual y unas hipótesis de su construcción en origen, que sirvan de guía para una futura rehabilitación, todo ello con el fin último de revalorizar el edificio.



Figura 1. Vistas del silo de Pinos Puente. Fuente: fotografías de los autores.

2. DESARROLLO/METODOLOGÍA

Se plantea el estudio mediante un exhaustivo análisis de todos aquellos aspectos que nos permitan conocer tanto al edificio como al entorno que lo rodea, para determinar el valor del edificio y dotarnos de criterio con el que plantear la intervención posterior. En primer lugar se procedió a realizar una encuesta a los habitantes de Pinos Puente con el objetivo de saber el grado de conocimiento que estos tenían del silo, así como las necesidades y carencias de la localidad.

2.1 ANÁLISIS HISTÓRICO

En 1874 el farmacéutico Juan López-Rubio Pérez realiza los primeros ensayos en el cultivo de la remolacha azucarera en el término municipal de Cúllar-Vega, sentando

así las bases de la consolidación de este cultivo (hasta el momento el azúcar se obtenía únicamente de la recolección de la caña de azúcar). Es en Francia y Alemania donde contaban con los mayores avances técnicos en la recolección de azúcar a partir de la remolacha azucarera, es por ello que López-Rubio envía una muestra de las remolachas obtenidas de su primera plantación a laboratorios alemanes con el fin de analizar la idoneidad del producto y conocer la rentabilidad de la recolección a nivel industrial del mismo. Los positivos resultados del análisis llevan a López-Rubio a convertirse en el primer cultivador y distribuidor de remolacha azucarera, ayudando de este modo a salir de la crisis agraria en la que se encontraba la *Vega de Granada*. Sorprendentemente, en tan solo 4 años, en 1878, había en la *Vega* un total de 152 explotaciones agrarias de remolacha azucarera [1].

Tras esto, la producción de remolacha azucarera se extiende por toda la Península Ibérica hasta el primer cuarto del siglo XX. El “boom” azucarero que se estaba produciendo en la Península y en particular en la vega granadina, propició la aparición en 1903 de la Sociedad General Azucarera (SGA; 1903-1923) la cual tomó el control de muchas de las fábricas dedicadas a la producción de azúcar remolachero de todo el país.

Ya en 1904 se crea la sociedad mercantil *La Vega Azucarera Granadina S.A.* siendo esta la promotora y constructora, entre otras, de la fábrica azucarera “Nueva del Rosario” en Pinos Puente en 1905 con una capacidad de 500 Tn/día [2].

La explotación masiva del producto provocó la generación de gran cantidad de stock, aunque la Primera Guerra Mundial (1914-1918) dificultó su exportación, y propiciaron el cierre de muchas fábricas a principios del siglo XX.

Se sabe que la zona ha estado habitada desde los orígenes de la historia de Granada. Basta como muestra la muy cercana Ilíberis o Iliberri, ciudad de origen ibero que alcanzó su máximo esplendor en época romana y que más tarde sería pronunciada Elvira por los árabes. Incluso antes ya habían existido asentamientos durante el Neolítico.

En 1842 en Buffalo (Estado de New York, Estados Unidos), Joseph Dart construye el primer elevador de grano, que gracias a su construcción y transporte en vertical fue el mecanismo que facilitó el enorme desarrollo del mercado de cereal en la ciudad, constituyéndose así un almacenamiento y regulación del transporte del grano dentro de una edificación.

En España, se datan las construcciones de los primeros silos de almacenamiento entre 1930 y 1934. Estas eran construcciones de pequeña entidad no mecanizados y se realizaban de manera aislada, debido principalmente a la mala situación del campo consecuencia, en parte, de la situación económica que se vivía. Aunque no es hasta unos cien años más tarde de los inicios de estas construcciones, en 1842, que dicha tecnología de elevación vertical llega a España, país pobre y herido por la Guerra Civil (1936 - 1939), constituyéndose, por parte del Servicio Nacional del Trigo (SNT), una Red Nacional de Silos y Graneros (1941) en una estrategia de regeneración de la agricultura nacional garantizando una regulación efectiva del comercio del cereal [3].

Cuando se plantea abordar la rehabilitación y adecuación de un viejo edificio de estas características se nos presentan problemas principalmente de carácter constructivo, como el grado de solidez del edificio por la visible existencia de patologías.

En proyectos con este tipo de edificios conviene tener la prudencia al máximo nivel ya que los problemas pueden ser grandes e inesperados, desde la cimentación hasta la estructura. Sin duda es posible establecer un diagnóstico a partir de la simple inspección ocular del aspecto exterior y de los restos materiales, aunque es indudable que la

existencia de una documentación histórica sobre la construcción y sobre las funciones asignadas puede ayudar en gran manera a dicho diagnóstico.

El único dato ambiguo que nos encontramos en esta particular edificación es la fecha de su construcción. *Catedrales Olvidadas* de César Aitor Azcarate Gómez, data su construcción en 1955 [3], sin embargo las ortofotos inferiores y la memoria del proyecto de ejecución del mismo nos revelan que tal vez su construcción no se produjese hasta 1964, fecha que al mismo tiempo se ajusta más a la información que recogimos al encuestar a los vecinos “pineros” que afirman que su construcción no fue hace más de 50 años.



Figura 2. Vistas de la parcela en 1956 y 1977 . Fuente: Catálogo Dig. de Cart. Hist. de la Junta de Andalucía.

2.2 ANÁLISIS TIPOLOGICO Y DE USO

Nuestro silo está enmarcado dentro de la tipología D, es un silo de recepción y tránsito diseñado para lograr una rápida recepción y salida del grano, ensacado o a granel (vertido directamente sin ensacar) con un rendimiento de transporte de 10 Tn de grano por hora [5].

El silo está dotado de las instalaciones mecánicas necesarias para el uso para el que es construido careciendo en este caso de sistema de ventilación para las celdas por el poco tiempo que se prevé que el grano permanezca en ellas.

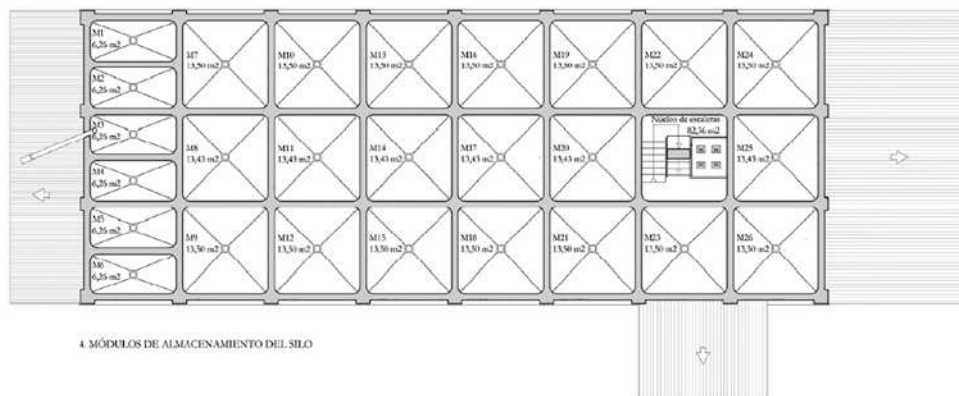


Figura 3. Sección del interior del silo. Fuente: Planimetría de los autores.

2.3 ANÁLISIS DE SU TIPOLOGÍA Y CAPACIDAD

Es un silo de recepción y tránsito de celdas cuadrangulares y planta rectangular, consta de 6 celdas rectangulares de 1,65 x 3,70 m (medida media a cara interior) y 21 celdas casi cuadradas de 3,72 x 3,67 (medida media a cara interior).

Consta de 26 depósitos de almacenamiento con una capacidad total de 4.500 Tn, unas 85 Tn los seis primeros depósitos rectangulares y unas 200 Tn los restantes 20 depósitos. Estos se encuentran elevados (no apoyan directamente el en suelo), arrancando sobre una estructura de hormigón a nivel de techo de la planta de acceso.

El silo consta de tres crujeas en sentido longitudinal y ocho en sentido transversal, situándose en uno de sus módulos, como se ve en la imagen inferior, la única escalera que comunica la planta de acceso con la planta superior y el torreón.

2.4 ANÁLISIS CONSTRUCTIVO

Seguramente este sea el punto más importante del que partir a la hora de desarrollar este proyecto, ya que un completo conocimiento de cómo está construido este singular edificio y cómo funciona constructiva y estructuralmente nos facilitará y nos guiará hacia la mejor forma de intervenir y elaborar soluciones a la hora de rehabilitar el edificio.

En cuando a su **cimentación**, según el estudio de documentación hallada, como la memoria inicial del silo o documentos sobre la construcción de este tipo de edificaciones durante esos años, está formada por zapatas corridas, en sentido longitudinal y formando un anillo perimetral, de hormigón en masa (o muy poco armado) de unos 150 kg de cemento por m³ de hormigón [4].

El edificio se sitúa en plena Vega de Granada, así que era habitual cuando se trabajaba sobre “un mal terreno” de baja resistencia, en el que no se conseguía alcanzar un firme estable sobre el que cimentar, rellenar la zanja con piedras y arena (para rellenar los huecos entre las piedras) antes de verter el hormigón.

El suelo del semisótano está formado, según la memoria inicial y secciones del proyecto, por una **solera** de hormigón aligerado de 30 cm de espesor.

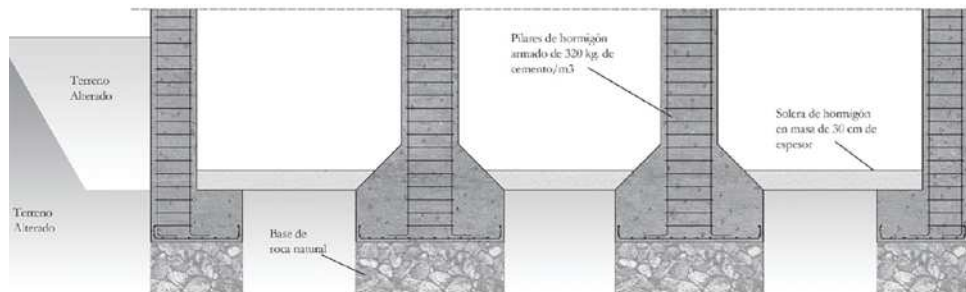


Figura 4. Sección de la cimentación del silo. Fuente: Planimetría de los autores.

Para abaratar costos y agilizar la ejecución de las obras, el **muro de contención** de tierras, fue ejecutado a la manera tradicional alemana, con bloques de hormigón prefabricado con un espesor total de 70 cm. Los **pilares** se desarrollan en dos niveles, arrancando de cimentación y terminando en el techo de la planta de acceso. Son pilares de hormigón armado de 320 kg de cemento por m^3 de hormigón dándole así mayor firmeza al pilar. Los pilares centrales tienen unas dimensiones de 85 x 85 cm, los laterales de 70 x 85 cm y los de esquina de 70 x 70 cm de manera general. Los pilares tanto en la cabeza como en el arranque disponen de ábacos para mejorar tanto el recibimiento de cargas procedentes de los depósitos de almacenamiento, como su transmisión a la cimentación y posteriormente al terreno.

En cuanto al forjado 1 [a cota +0,86 m] (Techo de semisótano / Suelo de planta de acceso): está formado con vigas de canto de hormigón armado de 26 x 50 cm y paños con losa de hormigón armado de 18 cm de espesor sobre la que apoya una solería de piezas de hormigón prefabricado aumentando el espesor total del conjunto a 20 cm. A excepción de lo anterior pero con la misma solería de acabado, el paño justo delante de la puerta principal está realizado con forjado unidireccional de viguetas metálicas de perfiles en L con bovedilla aligerante de forma cóncava de material cerámico. El forjado 2 [a cota +4,61 m] (Techo de planta de acceso / Base de los depósitos de almacenamiento) es el forjado de mayores dimensiones así como el de mayor cuantía metálica. A través del estudio realizado y documentos consultados, aunque sin poder comprobarlo mediante observación directa, se estima que es un forjado formado por vigas de 35 x 60 cm. de hormigón armado con 320 kgs de cemento por m^3 de hormigón y barras metálicas lisas de diámetros de 20 y 25 mm. con unos estribos formados por barras de 10 mm de diámetro. Todos los paños están formados por una losa de 25 cm de espesor de cuantía desconocida. Estas vigas soportan todo el peso que ejercen las paredes de los depósitos de almacenamiento del silo, además de que la losa transmitía la carga del grano a las mismas para su consiguiente transmisión a los pilares. La formación de pendiente para evacuar el grano está realizada con hormigón aligerado en masa.

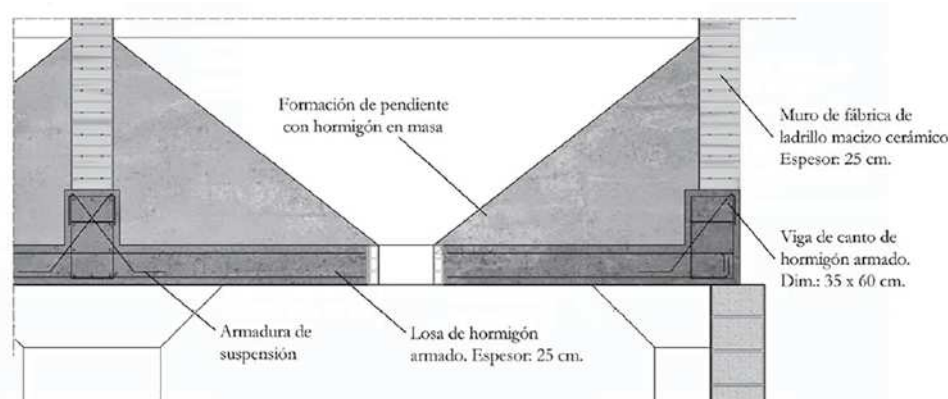


Figura 5. Sección de las bases de los depósitos del silo. Fuente: Planimetría de los autores.

Con respecto a las **paredes verticales de los depósitos de almacenamiento** estas están realizadas con fábrica de ladrillo cerámico macizo teniendo un espesor de 25 cm. El desarrollo de estas paredes armadas supera los 20 metros. El armado de estas paredes es en todo caso horizontal formado por barras metálicas lisas con diámetros de 10, 12 y 14 mm colocadas de manera alterna por filas entre los tendeles de la fábrica, en el desarrollo descendente del empuje producido en las paredes el peso del grano va en aumento progresivo y uniforme. El empuje producido por el peso del grano es el principal problema que debieron resolver cuando construyeron el silo. En el caso ideal de que todos los depósitos estuviesen siempre y en todo momento llenos o vacíos generarían el mismo empuje a ambas caras del muro por lo tanto estas fuerzas iguales y opuestas se anularían y bastaría una simple lámina de papel para definir la separación entre depósitos siendo necesarios los muros solo en el perímetro del silo ya que aquí no habría fuerza opuesta en ningún caso que anulase a su contigua, es por ello que cada muro debe ser capaz de soportar el empuje horizontal de cada depósito por sí mismo [5].

Existen dos factores o fuerzas que ayudan a contrarrestar este empuje:

El propio peso del muro, un peso que va en aumento conforme descendemos verticalmente en las paredes de los depósitos generando una presión que asciende progresivamente.

Si por sí solo el propio peso del muro no fuese capaz de aguantar tal empuje, existe otro conjunto de fuerzas que actúan tirando del muro, es por ello que las uniones entre muros se encuentran armadas horizontalmente. De este modo (pongámonos en el caso más desfavorable de encontrarnos en una pared perimetral) estas barras absorben el esfuerzo a tracción que se produce cuando se genera el empuje y lo transmiten al entramado de muros donde esos esfuerzos van disminuyendo hasta que desaparecen.

El encuentro entre muros se realiza mediante nudos de hormigón que generan una especie de pilar “virtual” aunque carece de la armadura longitudinal que los caracteriza. Estos nudos se encuentran achaflanados en las esquinas. Estos chaflanes tienen un doble objetivo, en primero lugar propiciaban la absorción de los esfuerzos horizontales que transmitían por las paredes o muros de los depósitos, en segundo lugar el chaflán servía para redondear las esquinas de los depósitos generando menor rozamiento o fricción entre el grano y las paredes en las esquinas lo que aceleraba la evacuación del mismo.

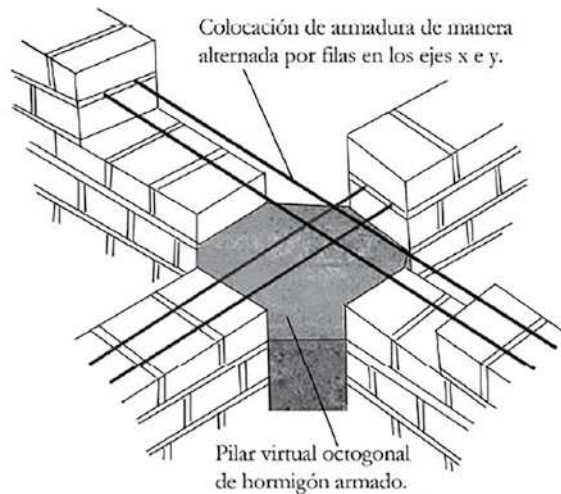


Figura 6. Nudo de las paredes interiores de los depósitos del silo. Fuente: Dibujo de los autores.

En el silo encontramos un total de cinco **cubiertas**, cuatro planas transitables y una de faldones inclinados a cuatro aguas, más las marquesinas a un agua exteriores de la entrada, lateral izquierdo y parte posterior del edificio. Las dos terrazas planas laterales se encuentran a cota +26,49 m. y constan de cuatro paños cada una, a tres aguas que evacuan directamente al exterior a través de tubos que atraviesan el peto. Las planas delantera y posterior de la parte central se encuentran a cota +29,00 m. La cubierta delantera es de un solo paño a dos aguas evacuando a la terraza noroeste o lateral derecha. En cuanto a la posterior, consta de cuatro paños a tres aguas que vierten a la terraza sureste o lateral izquierda. La ejecución de la totalidad de las cubiertas planas sigue el mismo procedimiento, arrancando desde el forjado, constan de lámina impermeabilizante, lámina de fieltro o geotextil, capa de mortero y solería de baldosas de hormigón prefabricado de 50 x 120 cm. La única inclinada de faldones está resuelta con la colocación de una lámina impermeabilizante auto-protegida sobre la formación de pendientes de hormigón aligerado en masa.

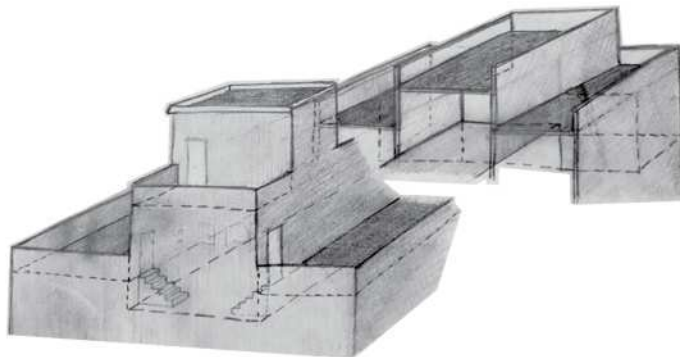


Figura 7. Composición de la cubierta del silo. Fuente: Dibujo a mano de los autores.

2.5 ANÁLISIS DE SU FUNCIONAMIENTO

El silo se encuentra situado en una parcela de **33.499,31 m²** de superficie según la medición realizada con la estación topográfica, prestada por la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación de la Universidad de Granada, medición que varía en un 2,7% de la que nos revela el catastro de 32.618 m².

Este silo se clasifica en el tipo D por tanto se caracterizaba por tener elementos que permitiesen transportar, distribuir y almacenar el grano [6]. Es por eso que podemos observar en la instalación del silo la siguiente relación de maquinaria:

- Cuatro cintas transportadoras, dos de recepción y dos de distribución de grano tanto para el tranvía que discurría por la parte posterior como para los camiones volquete cuyo trayecto pasaban por la fachada delantera del edificio.
- Dos elevadores que tenían la función de elevar el silo a las plantas superiores para su posterior distribución.
- Tolvas que conectaban las bocas de salida de los depósitos con las cintas transportadoras y viceversa, cintas transportadoras que conectaban con las compuertas de llenado de los depósitos.
- Tubos distribuidores de grano que se desarrollan por todo el silo realizando la conexión entre transportadores y depósitos, elevadores, máquinas de limpieza de grano, etc.
- Máquina de limpieza del grano.
- Sistema de extracción de humos tanto en el sótano como en el torreón.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El **silo** es una construcción preparada para soportar enormes cargas axiles, cargas lo más céntricas posibles donde cualquier excentricidad que pudiese producir momentos sería absorbida por una gran carga axil que ayudaba a corregirla, es así como funciona estructural y constructivamente el silo, un edificio dónde cada unión, cada elemento tiene un motivo para estar diseñado y construido de tal forma. Básicamente el único elemento realmente armado era el forjado 2 que soporta las bases de los depósitos de almacenamiento, ya que es el punto crítico que debía repartir las cargas hacia los grandes pilares que las transmitiría hacia el terreno. No hay que dejar de considerar que estos pilares aunque especialmente preparados para soportar cargas axiles también debían estar armados para aguantar la excentricidad producida por la situación de carga y descarga de los depósitos de almacenamiento y la posible variación de peso de ellos.

Como pieza que forma parte de su entorno en Pinos Puente es un elemento muy relevante y característico, por su historia en la zona, por sus características constructivas y por su estado de conservación.

4. CONCLUSIONES

Tras este exhaustivo estudio y análisis de los distintos aspectos del edificio se confirma el excepcional valor que posee, lo que justifica que se continúe profundizando en su estudio con el objeto de garantizar su conservación.

Además, nos ha quedado claro que este edificio está construido por ingenieros, por tanto prevalece el aspecto técnico al estético, algo que desgraciadamente en la actualidad ha cambiado mayoritariamente a su contrario. Este tipo de edificios son una belleza de la ingeniería que merece la pena estudiar y conservar, restos de nuestro pasado que no debemos olvidar.

Según lo dispuesto en el BOJA el silo deberá destinarse a usos múltiples de competencia municipal, así que sería muy interesante la rehabilitación de este edificio a un uso capaz de solucionar necesidades al pueblo y a la zona en la que se contextualiza.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Ministerio de Agricultura. (2001). La Remolacha Azucarera en la Vega de Granada.
Retrieved from (http://www.magrama.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/fondo/pdf/363_5.pdf).
- [2] Díaz, J. y Milán, S. (2006). Historia de la fábrica azucarera “Nuestra Señora de las Mercedes” de Caniles a comienzos del s. XX. (I parte). Granada: Péndulo. Retrieved from (http://www.gonzalopulido.es/Textos/Juan_Antonio_Caniles/Historia_azucarera_Caniles-1.pdf).
- [3] Azcarate, C. (2009) *Catedrales olvidadas, la Red Nacional de Silos 1949-1990*. Pamplona: T6 Ediciones, S.A: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino - Centro de Publicaciones.
- [4] Azcarte, C. (2010) *Los silos de cereal en España. ¿arquitectura? industrial en la España rural*. Pamplona: T6 Ediciones, S.A. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino - Centro de Publicaciones.
- [5] Cavero, M. (1959), *Ponencia sobre la Red Nacional de Silos en España. Los diversos tipos de silos y su construcción*, Madrid: Ministerio de Agricultura.
- [6] Álvarez, M. (2009). *Patrimonio industrial agroalimentario: testimonios cotidianos del diálogo intercultural*. Gijón: Centro de Iniciativas Culturales y Estudios Económicos y Sociales.